

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年4月19日 (19.04.2001)

PCT

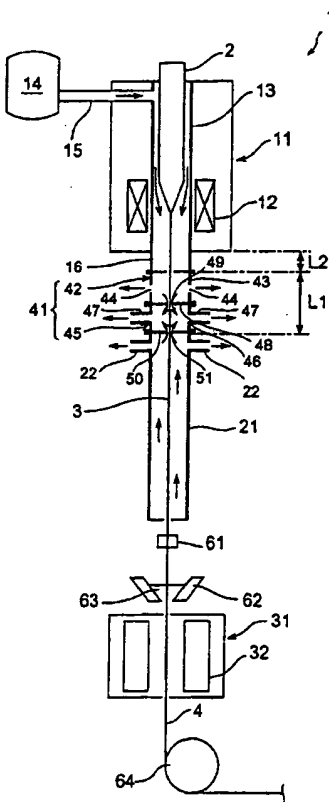
(10) 国際公開番号
WO 01/27045 A1

- (51) 国際特許分類⁷: C03B 37/027, G02B 6/00 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/07053
- (22) 国際出願日: 2000年10月11日 (11.10.2000) (72) 発明者; および
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 永山勝也 (NAGAYAMA, Katsuya) [JP/JP]. 大賀裕一 (OHGA, Yuichi) [JP/JP]. 桑原一也 (KUWAHARA, Kazuya) [JP/JP]. 土屋一郎 (TSUCHIYA, Ichiro) [JP/JP]; 〒244-8588 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社 横浜製作所内 Kanagawa (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願平 11/289736
1999年10月12日 (12.10.1999) JP (74) 代理人: 長谷川芳樹. 外(HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒104-0061 東京都中央区銀座二丁目6番12号 大倉本館 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL FIBER PRODUCING METHOD

(54) 発明の名称: 光ファイバの製造方法



(57) Abstract: A drawing device (1) has a drawing furnace (11), a protective tube (21) and a resin curing section (31). Disposed between the drawing furnace (11) and the protective tube (21) is a buffer chamber (41), having a length (L1) as seen in the drawing direction of optical fibers (3). The buffer chamber (41) is composed of a first buffer chamber (42) and a second buffer chamber (45). The inner space of the buffer chamber (41) contains a mixture of He gas which is the atmosphere gas in the drawing furnace (11) and air which is the atmosphere gas in the protective tube (21). The optical fibers (3) heated and drawn in the drawing furnace (11) are fed into the protective tube (21) and their predetermined regions are slowly cooled at a predetermined cooling rate. Thereafter, a UV resin liquid (63) is applied to the optical fibers (3) by a coating die (62), the UV resin (63) being cured in the resin curing section (31); the optical fibers become an optical fiber strand (4).

WO 01/27045 A1

[続葉有]



(81) 指定国 (国内): CN, US.

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

線引き装置 1 は線引き炉 1 1、保護管 2 1 及び樹脂硬化部 3 1 を有している。線引き炉 1 1 と保護管 2 1 との間には、緩衝室 4 1 が設けられており、この緩衝室 4 1 の光ファイバ 3 の線引き方向における長さは、L 1 とされている。緩衝室 4 1 は、第 1 緩衝室 4 2 と第 2 緩衝室 4 5 とで構成されている。緩衝室 4 1 の内部空間は、線引き炉 1 1 内の雰囲気ガスである He ガスと、保護管 2 1 内の雰囲気ガスである空気とが混在している。線引き炉 1 1 にて加熱線引きされた光ファイバ 3 を保護管 2 1 に送り、光ファイバ 3 の所定箇所を、所定の冷却速度にて徐冷する。その後、光ファイバ 3 に、コーティングダイス 6 2 により UV 樹脂液 6 3 を塗布し、樹脂硬化部 3 1 にて UV 樹脂 6 3 が硬化され、光ファイバ素線 4 となる。

明細書

光ファイバの製造方法

技術分野

5 本発明は、レイリー散乱強度の低減により、伝送損失が低くされた光ファイバの製造方法に関する。

背景技術

10 光ファイバの低コスト化等の要請から、太径（例えば70mmφ）の光ファイバ母材から光ファイバを線引きする線引技術が一般的になってきている。太径の光ファイバ母材を線引きする場合には、ネックダウン周辺の空間が大きくなり、この空間を流れるガスの温度分布が不均一となる。このため、ネックダウン周辺の空間におけるガスの流れに乱れが生じて、光ファイバ径の変動が大きくなる。光ファイバ径の変動を抑制するために、線引き炉内の雰囲気ガスとして熱伝導率の高いHeガスを用いることがある。

15 また、線引き炉の下方における外気の流れの乱れによる光ファイバ径の変動を防ぐため、線引き炉に炉心管延長部（下煙突とも呼称される）を設けて、線引き直後の光ファイバを外気から隔離する技術も知られている。

発明の開示

20 本発明は、線引き炉内の雰囲気ガスとして熱伝導率の高いHeガスを用いた場合においても、レイリー散乱強度の低減により伝送損失が低くされた光ファイバを製造することが可能な光ファイバの製造方法を提供することを課題としている。

本発明者らは、レイリー散乱強度の低減により、伝送損失が低くされた光ファイバの製造方法について鋭意研究を行った結果、レイリー散乱強度と線引き後の光ファイバの冷却速度との関係について、以下のような事実を新たに見出した。

25 高温のガラス内では熱エネルギーにより原子は激しく振動しており、低温のガラスに比べて原子配列は乱雑な状態となっている。高温のガラスをゆっくり冷却した場合、原子の再配列が許される温度範囲においては、原子は各温度に対応し

た乱雑さに配列しながら冷却されるので、ガラス内の原子の乱雑さは構造緩和が進行する最低温度（1200℃程度）に対応した状態となる。しかし、高温のガラスを急激に冷却した場合、原子配列が各温度に対応した平衡状態に達する前に冷却固定されるために、徐冷した場合に比べて原子配列は乱雑な状態となる。レイリー散乱強度は同一の物質でも原子配列が乱雑な方が大きくなる。線引き後に5000～30000℃/秒程度の冷却速度で冷却される光ファイバでは、バルクガラスに比べて原子配列が乱雑であり、仮想温度が高い状態になっている。これが原因となって、通常、光ファイバにおいてはレイリー散乱強度が大きくなっていると考えられる。

10 ところで、構造緩和に要する時間は温度が低くなるほど長くなるため、例えば
1200℃程度ではその温度に数十時間維持しておかないと構造緩和が起こらな
い。線引き後の光ファイバは、通常0. 数秒で約2000℃から400℃程度に
まで冷却される。線引き工程中の光ファイバが冷却される短時間の間に仮想温度
を低くして、この仮想温度を1200℃に近づけるためには、線引き後の光ファ
15 イバを1200℃よりも高温の状態ですすめる必要がある。

そこで、本発明者らは線引き後の光ファイバ温度及び冷却速度に着目して、純石英コアファイバの温度が、上述した構造緩和が進行する最低温度（ 1200°C 程度）よりも高温且つ構造緩和が極めて短時間で進行する 1700°C 以下の $1200\sim 1700^{\circ}\text{C}$ になっている部分での冷却速度とレイリー散乱率との関係を調査した。その結果、純石英コアファイバの温度が $1200\sim 1700^{\circ}\text{C}$ となっている部分での冷却速度とレイリー散乱率との間には、図7に示されるような関係が存在していることが確認された。なお、レイリー散乱強度（ I ）は下記（1）式に示すように波長（ λ ）の4乗に反比例する性質を有しており、この時の率 A をレイリー散乱率としている。

$$25 \quad I = A / \lambda^4 \quad \dots\dots\dots (1)$$

これらの結果から、加熱線引きされた光ファイバ、特に光ファイバの温度が1

200～1700℃となっている部分のうちの所定区間での冷却速度を遅くすることにより、光ファイバのレイリー散乱強度を低減して、伝送損失を低くすることができるということが判明した。

5 また、発明者らは、下煙突の長さで伝送損失との関係についても新たに見出した。下煙突の長さを比較的長く設定した場合には、熱伝導率の高いHeガスにより光ファイバが下煙突内で急冷されるため、光ファイバのレイリー散乱強度を低減できず、伝送損失が高くなってしまふ。

10 光ファイバの下煙突内におけるHeガスによる急冷を抑制するために下煙突の長さを短く設定した場合には、下煙突から出た光ファイバはHeガスより熱伝導率の低い外気（空気）により徐冷されるために、光ファイバのレイリー散乱強度を低減して伝送損失が低くなる。しかしながら、この場合には、光ファイバが流れの不安定な外気に触れてしまうために、光ファイバ径の変動が大きくなるという問題を有することになる。

15 ところで、ハーメチックコートファイバの製造方法及び製造装置として、同一出願人による特開平6-48780号公報が存在する。この特開平6-48780号公報に記載されている技術では、線引き炉内をHeガス雰囲気とすると共に、線引き炉下部に設けられた反応管内において原料ガス（炭化水素）を分解し、光ファイバ表面にハーメチックコーティングするものであり、線引き炉下部と反応管との間に緩衝室を設け、この緩衝室からHeガスを外部に排出している。しかしながら、この特開平6-48780号公報には、本発明者が新たに見出した、
20 光ファイバの温度が1200～1700℃となっている部分のうちの所定区間での冷却速度を遅くすることにより、光ファイバのレイリー散乱強度を低減して、伝送損失を低くすることができる点については、開示、示唆されていない。

25 かかる研究結果を踏まえ、上述した目的を達成するため、本発明の光ファイバの製造方法は、光ファイバ母材を加熱線引きする光ファイバの製造方法であって、Heガスからなる雰囲気にて光ファイバ母材を加熱線引きする線引き炉と、線引

5 き炉との間に所定の間隙を有して設けられると共に、その内部がH eガスより低い熱伝導率を有する所定のガスからなる雰囲気とされた保護管と、を用い、線引き炉と保護管との間の間隙を、H eガス及び所定のガスが混在するガス混在層とし、ガス混在層への線引きされた光ファイバの入線温度を1400～1800℃の範囲内の温度とする一方、線引き炉にて線引きされた光ファイバを、ガス混在層を介して保護管内に送ることを特徴としている。

10 本発明に係る光ファイバの製造方法では、保護管を線引き炉との間に所定の間隔を有して設け、更に、この保護管と線引き炉との間の間隔を、所定の熱伝導率を有する第1ガス及び所定の熱伝導率を有する第2ガスが混在するガス混在層としているため、線引き炉内においてはH eガスからなる雰囲気が保たれることになる。また、保護管内においては所定のガスからなる雰囲気が保たれることになり、保護管内での光ファイバの冷却速度を遅くすることができる。特に、線引きされた光ファイバのガス混在層への入線温度を、1400～1800℃の範囲内の温度としているため、光ファイバの温度が1200～1700℃となっている部分のうちの所定区間での冷却速度が遅くなる。この結果、光ファイバの仮想温度が低くなって原子配列の乱雑さが低減されることになり、加熱線引きから樹脂被覆までの極めて短い間で、レイリー散乱強度を低減して伝送損失が低くされた光ファイバの製造が可能となる。

20 また、保護管を線引き炉との間にガス混在層が存在しているため、線引き炉内にて発生するダストの保護管内への侵入を抑制することができる。更に、ガス混在層の存在により、線引き炉と保護管との間における外気の流れの乱れの影響が受け難くなり、光ファイバ径の変動の発生、あるいは、光ファイバの曲がりの悪化も抑制することができる。

25 また、ガス混在層を外気と区画するための隔壁を設け、隔壁に、少なくともH eガスを排出するためのガス排出部を形成し、ガス排出部から少なくともH eガスを外気に排出することを特徴としてもよい。

- 隔壁を設けることで、外気の流れの乱れの影響が更に受け難くなり、光ファイバ径の変動の発生、あるいは、光ファイバの曲がりの悪化をより一層抑制することができる。また、隔壁に形成されたガス排出部から少なくともHeガスを外気に排出することにより、線引き炉内でのHeガス雰囲気と保護管内での所定のガス雰囲気とを効率的に且つ確実に切替えることができる。

また、隔壁に、所定のガスを導入するためのガス導入部を形成し、ガス導入部から所定のガスを隔壁内に導入することを特徴としてもよい。

- 隔壁に形成されたガス導入部から所定のガスを隔壁内に導入することにより、ガス排出部から積極的にHeガスが排出されることになり、線引き炉内にて発生するダストの保護管への侵入を更に抑制することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る光ファイバの製造方法の第1実施形態を示す概略説明図である。

- 図2は、本発明に係る光ファイバの製造方法の第2実施形態を示す概略説明図である。

図3は、本発明に係る光ファイバの製造方法の第3実施形態を示す概略説明図である。

図4は、本発明に係る光ファイバの製造方法による実施例と比較例を示す図表である。

- 図5は、比較例による光ファイバの製造方法を示す概略説明図である。

図6は、比較例による光ファイバの製造方法を示す概略説明図である。

図7は、光ファイバ母材の冷却速度とレイリー散乱係数との関係を示す図表である。

発明を実施するための最良の形態

- 本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付しており、重複する説明は省略する。

(第1実施形態)

まず、図1を参照しながら、本発明による光ファイバの製造方法及びこの製造方法に用いられる線引き装置の第1実施形態を説明する。

線引き装置1は石英系光ファイバの線引き装置であって、線引き炉11、保護管21及び樹脂硬化部31を有している。線引き炉11、保護管21及び樹脂硬化部31は、光ファイバ母材2を線引きする方向(図1において、上から下)に見て、線引き炉11、保護管21、樹脂硬化部31の順で配設されている。母材供給装置(図示せず)に保持された光ファイバ母材2を線引き炉11に供給し、線引き炉11内のヒータ12で光ファイバ母材2の下端を加熱・軟化させ、光ファイバ3を線引きする。線引き炉11の炉心管13には、Heガス供給部14からのHeガス供給通路15が接続されており、線引き炉11の炉心管13内はHeガスからなる雰囲気となる。加熱線引きされた光ファイバ3は炉心管13内において、Heガスにより冷却される。その後、光ファイバ3は、炉心管延長部16を通過する。Heガスの熱伝導率 λ ($T=300\text{K}$)は、 $150\text{mW}/(\text{m}\cdot\text{K})$ である。

保護管21は、炉心管延長部16との間に所定の間隔 L_1 を有して設けられている。保護管21の線引き炉11側の端部には、線引き炉11内から流れてくるHeガス及び線引き炉11内にて発生するダストを排出するための複数の排出管22が形成されている。保護管21は外気と通じており、保護管21内が空気からなる雰囲気となるように構成されている。空気の熱伝導率 λ ($T=300\text{K}$)は $26\text{mW}/(\text{m}\cdot\text{K})$ であり、Heガスより低い熱伝導率を有している。なおHeガスより低い熱伝導率を有する所定のガスとして、空気を用いる代わりに、 N_2 あるいはAr等の分子量の比較的大きいガスを用いることが可能である。 N_2 あるいはAr等のガスを用いる場合には、第2ガスの供給源としてのガス供給部を、ガス供給通路を介して保護管21に接続するように構成することになる。また、排出管22は必ずしも形成する必要はない。なお、保護管21は、上述した

特開平6-48780号公報に記載されている反応管のようにハーメチックコーティングを行うものではなく、保護管21に対して炭化水素等の原料ガスが供給されるようには構成されていない。また、保護管21内の矢印は、保護管21が光ファイバ3により温められるために発生する上昇流を示している。

- 5 保護管21内においては、光ファイバ3は空気により冷却される。したがって、保護管21における冷却は、加熱線引きされた光ファイバ3において温度が1200～1700℃となる部分のうち、光ファイバ3の温度差が50℃以上となる区間、例えば、光ファイバ3の温度が1500～1700℃となる部分（温度差が200℃となる区間）が、Heガスでの冷却速度（20000～30000℃/秒程度）よりも遅い冷却速度（4000～6000℃/秒程度）で冷却することにより行われる。
- 10

- 保護管21の設置位置及び光ファイバ母材2の線引き方向（図1において、上下方向）での全長は、上述した光ファイバ3の温度が1200～1700℃となる部分のうち光ファイバ3の温度差が50℃以上となる区間が、保護管21に位置して冷却されるように、線引き速度を考慮して設定されている。ここで、線引き速度を考慮する必要があるのは、線引き速度が速くなることにより、光ファイバ3の同じ温度となる位置が下方に下がるためである。
- 15

- 炉心管延長部16と保護管21との間には、緩衝室41が設けられている。この緩衝室41の光ファイバ3の線引き方向における長さは、図1に示されるように、ほぼL1とされている。炉心管延長部16と緩衝室41との間には若干の間隙（たとえば、1～1.5cm程度）が存在しており、炉心管延長部16と緩衝室41とは直結されてはいない。なお、必ずしも炉心管延長部16と緩衝室41との間に間隙を設ける必要はなく、炉心管延長部16と緩衝室41とを密着させるように構成してもよい。炉心管延長部16と緩衝室41との間隙の長さは、炉心管延長部16及び緩衝室41への外気の侵入を防ぐことができる程度の長さでよい。
- 20
- 25

緩衝室 4 1 は、第 1 緩衝室 4 2 と第 2 緩衝室 4 5 とで構成されている。緩衝室 4 1（第 1 緩衝室 4 2 及び第 2 緩衝室 4 5）の内部空間は、線引き炉 1 1（炉心管 1 3）内の雰囲気ガスである He ガスと、保護管 2 1 内の雰囲気ガスである空気とが混在している。

- 5 第 1 緩衝室 4 2 は、光ファイバ 3 が通る内部空間を外気と区画するための隔壁 4 3 を有している。この隔壁 4 3 には、線引き炉 1 1 内から流れてくる He ガス及び線引き炉 1 1 内にて発生するダストを排出するための複数の排出穴 4 4 が形成されている。第 2 緩衝室 4 5 は、光ファイバ 3 が通る内部空間を外気と区画するための隔壁 4 6 を有している。この隔壁 4 6 には、線引き炉 1 1 内から流れてくる He ガス及び線引き炉 1 1 内にて発生するダストを排出するための複数の排出管 4 7 が形成されている。

- 第 1 緩衝室 4 2 と第 2 緩衝室 4 5 とは、仕切り壁 4 8 により仕切られている。仕切り壁 4 8 には、光ファイバ 3 が通る光ファイバ通過穴 4 9 が形成されている。光ファイバ通過穴 4 9 の内径は 4 ～ 5 mm 程度に設定されている。光ファイバ通過穴 4 9 は、第 1 緩衝室 4 2 から第 2 緩衝室 4 5 への He ガス及び線引き炉 1 1 内にて発生するダストの侵入を抑制する。また、第 2 緩衝室 4 5 と保護管 2 1 とは、仕切り壁 5 0 により仕切られている。仕切り壁 5 0 には、光ファイバ 3 が通る光ファイバ通過穴 5 1 が形成されている。光ファイバ通過穴 5 1 は、光ファイバ通過穴 4 9 と同様に、内径が 4 ～ 5 mm 程度に設定されている。光ファイバ通過穴 5 1 は、第 2 緩衝室 4 5 から保護管 2 1 への He ガス及び線引き炉 1 1 内にて発生するダストの侵入を抑制する。なお、排出管 4 7 あるいは排出管 2 2 から N₂ ガス等を供給することにより、積極的に線引き炉 1 1 内から流れてくる He ガス及び線引き炉 1 1 内にて発生するダストを排出するように構成してもよい。このとき、排出管 2 2、4 7 は複数設け、N₂ ガス等を供給する管と、供給された N₂ ガス等及び線引き炉 1 1 内から流れてくる He ガス等が排出される管とする。

炉心管延長部 1 6 から出た光ファイバ 3 は、続いて緩衝室 4 1（第 1 緩衝室 4 2 及び第 2 緩衝室 4 5）に入り、緩衝室 4 1（第 1 緩衝室 4 2 及び第 2 緩衝室 4 5）により外気と接触が抑制された状態で、保護管 2 1 に入る。光ファイバ 3 において温度が 1 2 0 0 ~ 1 7 0 0 °C となる部分のうちの光ファイバ 3 の温度差が 5 0 °C 以上となる区間部分が保護管 2 1 内にて冷却されるように、光ファイバ 3 の緩衝室 4 1（第 1 緩衝室 4 2）への入線温度は、1 4 0 0 ~ 1 8 0 0 °C の範囲内の温度とされている。なお、光ファイバ 3 の緩衝室 4 1（第 1 緩衝室 4 2）への入線温度は、特に、1 6 0 0 ~ 1 8 0 0 °C の範囲内の温度に設定することが望ましい。このように、入線温度を 1 6 0 0 ~ 1 8 0 0 °C の範囲内の温度とすることにより、比較的温度の高い状態から冷却速度を遅くした冷却が可能となり、レイリー散乱強度を更に低減して伝送損失が一層低くされた光ファイバ 3 を製造することができる。なお、光ファイバ 3 の保護管 2 1 への入線温度で規定する場合には、この保護管 2 1 への入線温度を 1 5 0 0 ~ 1 8 0 0 °C の範囲内の温度に設定することが望ましい。

保護管 2 1 を出た光ファイバ 3 は、外径測定器 6 1 により外径がオンライン測定され、その測定値が光ファイバを引き取る装置（図示せず）を回転駆動する駆動モータ（図示せず）にフィードバックされて外径が一定となるように制御される。その後、光ファイバ 3 に、コーティングダイス 6 2 により UV 樹脂 6 3 を塗布し、樹脂硬化部 3 1 の UV ランプ 3 2 により UV 樹脂 6 3 が硬化され、光ファイバ素線 4 となる。そして、光ファイバ素線 4 は、ガイドローラ 6 4 を経て、ドラムにより巻き取られる。なお、UV 樹脂 6 3 の代わりに熱硬化樹脂を用い、この熱硬化樹脂を加熱炉により硬化させるように構成してもよい。

（第 2 実施形態）

次に、図 2 を参照しながら、本発明による光ファイバの製造方法及びこの製造方法に用いられる線引き装置の第 2 実施形態を説明する。第 2 実施形態は、緩衝室の構造が第 1 実施形態と異なっている。

線引き装置 101 においては、炉心管延長部 16 と保護管 21 との間に緩衝室 141 が設けられている。この緩衝室 141 の光ファイバ 3 の線引き方向における長さは、図 2 に示されるように、L3 とされている。緩衝室 141 の内部空間は、線引き炉 11 (炉心管 13) 内の雰囲気ガスである He ガスと、保護管 21 内の雰囲気ガスである空気とが混在している。なお、排出管 22 は必ずしも設ける必要はない。

緩衝室 141 は、光ファイバ 3 が通る内部空間を外気と区画するための隔壁 142 を有している。この隔壁 142 には、N₂ ガスを緩衝室 141 内に導入するための導入管 143 が形成されている。N₂ ガスは、N₂ ガス供給部 151 から N₂ ガス供給通路 152 を介して導入管 143 に送られる。また、隔壁 142 には、線引き炉 11 内から流れてくる He ガス及び線引き炉 11 内にて発生するダストを排出するための排出管 144 も形成されている。緩衝室 141 と保護管 21 とは、仕切り壁 145 により仕切られている。この仕切り壁 145 には、光ファイバ 3 が通る光ファイバ通過穴 146 が形成されている。光ファイバ通過穴 146 は、内径が 4～5 mm 程度に設定されている。また、緩衝室 141 内に導入する所定のガスは、N₂ ガスに限られず、空気等を用いるようにしてもよい。緩衝室 141 に導入したガスは大部分が排出管 144 から排出される。なお、N₂ ガス等を導入するのは、He ガス等が保護管 21 に流入しないようにするためであり、保護管 21 を N₂ ガス等で満たすためではない。

20 (第 3 実施形態)

次に、図 3 を参照しながら、本発明による光ファイバの製造方法及びこの製造方法に用いられる線引き装置の第 3 実施形態を説明する。第 3 実施形態は、緩衝室の構造が第 1 実施形態及び第 2 実施形態と異なっている。

線引き装置 201 においては、炉心管延長部 16 と保護管 21 との間に緩衝室 241 が設けられている。この緩衝室 241 の光ファイバ 3 の線引き方向における長さは、図 3 に示されるように、L4 とされている。

炉心管延長部 1 6 と緩衝室 2 4 1 との間には若干の間隙（たとえば、1 ～ 1.5 cm 程度）が存在しており、炉心管延長部 1 6 と緩衝室 2 4 1 とは直結されてはいない。なお、必ずしも炉心管延長部 1 6 と緩衝室 2 4 1 との間に間隙を設ける必要はなく、炉心管延長部 1 6 と緩衝室 2 4 1 とを密着させるように構成してもよい。炉心管延長部 1 6 と緩衝室 2 4 1 との間隙の長さは、炉心管延長部 1 6 及び緩衝室 2 4 1 への外気の侵入を防ぐことができる程度の長さでよい。線引き炉 1 1 内から流れてくる He ガス及び線引き炉 1 1 内にて発生するダストは、概ね炉心管延長部 1 6 と緩衝室 2 4 1 との間隙から排出される。

緩衝室 2 4 1 は、第 1 緩衝室 2 4 2 と第 2 緩衝室 2 4 5 とで構成されている。第 1 緩衝室 2 4 2 の内部空間は、線引き炉 1 1（炉心管 1 3）内の雰囲気ガスである He ガスと、第 2 緩衝室 2 4 5 に供給される空気あるいは N_2 ガスとが概ね混在している。また、第 1 緩衝室 2 4 2 の内部空間には、保護管 2 1 内の雰囲気ガスである空気が存在することもある。第 2 緩衝室 2 4 5 の内部空間は、供給される空気あるいは N_2 ガスと、保護管 2 1 内の雰囲気ガスである空気が概ね混在している。

第 1 緩衝室 2 4 2 は、光ファイバ 3 が通る内部空間を外気と区画するための隔壁 2 4 3 を有している。この隔壁 2 4 3 には、線引き炉 1 1 内から流れてくる He ガス及び線引き炉 1 1 内にて発生するダスト、あるいは、第 2 緩衝室 2 4 5 に供給される空気あるいは N_2 ガスを排出するための複数の排出穴 2 4 4 が形成されている。

第 2 緩衝室 2 4 5 は、光ファイバ 3 が通る内部空間を外気と区画するための隔壁 2 4 6 を有している。この隔壁 2 4 6 には、空気あるいは N_2 ガスを第 2 緩衝室 2 4 5 内に導入するための導入管 2 4 7 が形成されている。空気あるいは N_2 ガスは、ガス供給部 2 6 1 からガス供給通路 2 6 2 を介して導入管 2 4 7 に送られる。また、隔壁 2 4 6 には、供給された空気あるいは N_2 ガスを排出するための排出管 2 4 8 も形成されている。

第1緩衝室242と第2緩衝室245とは、仕切り壁249により仕切られている。仕切り壁249には、光ファイバ3が通る光ファイバ通過穴250が形成されている。光ファイバ通過穴250の内径は4~5mm程度に設定されている。光ファイバ通過穴250は、第1緩衝室242から第2緩衝室245へのHeガス及び線引き炉11内にて発生するダストの侵入を抑制する。

緩衝室241（第2緩衝室245）と保護管21とは、仕切り壁251により仕切られている。この仕切り壁251には、光ファイバ3が通る光ファイバ通過穴254が形成されている。光ファイバ通過穴254は、内径が4~5mm程度に設定されている。第2緩衝室245に導入したガスは大部分が排出管144から排出される。なお、N₂ガス等を導入するのは、Heガス等が保護管21に流入しないようにするためであり、保護管21をN₂ガス等で満たすためではない。

ガス供給部261からガス供給通路262及び導入管247を介して第2緩衝室245に導入される空気あるいはN₂ガスの量が多い場合には、第2緩衝室245に導入された空気あるいはN₂ガスは、仕切り壁251の光ファイバ通過穴254を通過して、保護管21に流れ込む。これにより、保護管21内において下向き（線引き方向）の流れが生じることになる。ガス供給部261からガス供給通路262及び導入管247を介して第2緩衝室245に導入される空気あるいはN₂ガスの量が少ない場合には、保護管21内において上向き（線引き方向とは反対方向）の流れが生じることになる。

次に、図4に基づいて、上述した線引き装置1、201を用いて行った実験の結果について説明する。これらの実験において共通の条件は、以下のとおりである。線引きする光ファイバ母材2として、コア部が純石英ガラスからなり、クラッド部がフッ素添加ガラスからなり、外径が70mmのものをを用い、光ファイバ母材2から外径125μmの光ファイバ3を線引きした。線引き炉の温度は、炉心管内周面（光ファイバ母材2あるいは光ファイバ3の表面と対向する面）の表面温度で2000℃程度とした。

実施例 1～実施例 3 は、上述した第 1 実施形態～第 3 実施形態に係る光ファイバの製造方法による実施例であり、比較例 1～比較例 4 は、上述した第 1 実施形態～第 3 実施形態に係る光ファイバの製造方法による実施例との対比のために行った比較例である。

5 (実施例 1)

第 1 実施形態における線引き装置 1 を用いて、線引き速度を 400 m/分として光ファイバ 3 の線引きを行った。保護管 21 の内周直径を 30 mm に設定し、全長を 1000 mm に設定した。緩衝室 41 の光ファイバ 3 の線引き方向における長さ L1 は 100 mm とし、炉心管延長部 16 の光ファイバ 3 の線引き方向における長さ L2 は 50 mm とした。なお、緩衝室 41 に入る直前の光ファイバの温度（入線温度）は、光ファイバの表面温度で 1800℃ と推定され、保護管 21 に入る直前の光ファイバの温度（入線温度）は、光ファイバの表面温度で 1650℃ と推定される。保護管 21 においては、線引きされた光ファイバ 3 のうち温度が 1650～1000℃ となる部分が、保護管 21 の全長である 1000 mm の区間において平均約 4300℃/秒の速度にて冷却されたことになる。また、炉心管延長部 16 内での He ガス濃度は 100% であり、緩衝室 41 では徐々に低下し（He ガス濃度は 0～100%）、保護管 21 内では 0%（空気の濃度が 100%）であった。

線引きされた光ファイバの伝送損失（波長 1.55 μm の光に対する伝送損失）を測定したところ、0.170 dB/km であり、この伝送損失の波長特性を測定したデータから求めたレイリー散乱率は、0.85 dB μm^4 /km であった。線引きされた光ファイバの外径を測定したところ、 $125 \pm 0.15 \mu\text{m}$ であり、光ファイバ径の変動は $\pm 0.15 \mu\text{m}$ であった。また、「曲がり異常率」は 0% であった。ここで、「曲がり異常率」とは、光ファイバの異なる箇所にて曲率半径を測定して、所定の曲率半径（本実施例では、4.2 m）以上の部分を不良として、測定箇所の数 n（本実施例では、n=10）に対する不良が検出された箇所の数

の比率を百分率にて表したものである。

(実施例 2)

第 2 実施形態における線引き装置 1 0 1 を用いて、線引き速度を 4 0 0 m/分として光ファイバ 3 の線引きを行った。保護管 2 1 の内周直径を 3 0 mm に設定し、全長を 1 0 0 0 mm に設定した。緩衝室 1 4 1 の光ファイバ 3 の線引き方向における長さ L 3 は 5 0 mm とし、炉心管延長部 1 6 の光ファイバ 3 の線引き方向における長さ L 2 は 5 0 mm とした。なお、緩衝室 1 4 1 に入る直前の光ファイバの温度（入線温度）は、光ファイバの表面温度で 1 8 0 0 °C と推定され、保護管 2 1 に入る直前の光ファイバの温度（入線温度）は、光ファイバの表面温度で 1 7 2 0 °C と推定される。保護管 2 1 においては、線引きされた光ファイバ 3 のうち温度が 1 7 2 0 ~ 1 0 5 0 °C となる部分が、保護管 2 1 の全長である 1 0 0 0 mm の区間において平均約 4 4 6 0 °C/秒の速度にて冷却されたことになる。また、炉心管延長部 1 6 内での He ガス濃度は 1 0 0 % であり、保護管 2 1 内では 0 %（空気又は N₂ 雰囲気）であった。

線引きされた光ファイバの伝送損失（波長 1. 5 5 μ m の光に対する伝送損失）を測定したところ、0. 1 7 0 dB/km であり、この伝送損失の波長特性を測定したデータから求めたレイリー散乱率は、0. 8 5 dB μ m⁴/km であった。線引きされた光ファイバの外径を測定したところ、1 2 5 \pm 0. 1 5 μ m であり、光ファイバ径の変動は \pm 0. 1 5 μ m であった。また、「曲がり異常率」は 0 % であった。

(実施例 3)

第 3 実施形態における線引き装置 2 0 1 を用いて、線引き速度を 4 0 0 m/分として光ファイバ 3 の線引きを行った。保護管 2 1 の内周直径を 3 0 mm に設定し、全長を 1 0 0 0 mm に設定した。緩衝室 2 4 1 の光ファイバ 3 の線引き方向における長さ L 4 は 5 0 mm とし、炉心管延長部 1 6 の光ファイバ 3 の線引き方向における長さ L 2 は 5 0 mm とした。ガス供給部 2 6 1 及びガス供給通路 2 6

2を用いて、導入管247から第2緩衝室245に N_2 ガスを 3 l/min 供給した。なお、緩衝室241に入る直前の光ファイバの温度（入線温度）は、光ファイバの表面温度で 1800°C と推定され、保護管21に入る直前の光ファイバの温度（入線温度）は、光ファイバの表面温度で 1720°C と推定される。保護管21においては、線引きされた光ファイバ3のうち温度が $1720\sim 1050^\circ\text{C}$ となる部分が、保護管21の全長である 1000 mm の区間において平均約 4460°C/秒 の速度にて冷却されたことになる。また、炉心管延長部16内の He ガス濃度は 100% であり、保護管21内では 0% （空気又は N_2 雰囲気）であった。

10 線引きされた光ファイバの伝送損失（波長 $1.55\text{ }\mu\text{m}$ の光に対する伝送損失）を測定したところ、 0.170 dB/km であり、この伝送損失の波長特性を測定したデータから求めたレイリー散乱率は、 $0.85\text{ dB}\mu\text{m}^4/\text{km}$ であった。線引きされた光ファイバの外径を測定したところ、 $125\pm 0.15\text{ }\mu\text{m}$ であり、光ファイバ径の変動は $\pm 0.15\text{ }\mu\text{m}$ であった。また、「曲がり異常率」は 0% であった。

15 （比較例1）

図5に示されるように、緩衝室41，141，241を取り外した構成にて光ファイバの線引きを行った。炉心管延長部16と保護管21との間隔 $L5$ は 50 mm とし、炉心管延長部16の光ファイバ3の線引き方向における長さ $L2$ は 50 mm とした。その他の実験条件は、実施例1と同じである。

20 線引きされた光ファイバの伝送損失（波長 $1.55\text{ }\mu\text{m}$ の光に対する伝送損失）を測定したところ、 0.172 dB/km であり、この伝送損失の波長特性を測定したデータから求めたレイリー散乱率は、 $0.86\text{ dB}\mu\text{m}^4/\text{km}$ であった。線引きされた光ファイバの外径を測定したところ、 $125\pm 0.4\text{ }\mu\text{m}$ であり、光ファイバ径の変動は $\pm 0.4\text{ }\mu\text{m}$ であった。また、「曲がり異常率」は 20% であった。

(比較例 2)

図 6 に示されるように、保護管 2 1 を取り外した構成にて光ファイバの線引きを行った。炉心管延長部 1 6 の光ファイバ 3 の線引き方向における長さ L_6 は 0.5 m とした。その他の実験条件は、実施例 1 と同じである。

- 5 線引きされた光ファイバの伝送損失 (波長 $1.55 \mu\text{m}$ の光に対する伝送損失) を測定したところ、 0.175 dB/km であり、この伝送損失の波長特性を測定したデータから求めたレイリー散乱率は、 $0.87 \text{ dB}\mu\text{m}^4/\text{km}$ であった。線引きされた光ファイバの外径を測定したところ、 $125 \pm 0.15 \mu\text{m}$ であり、光ファイバ径の変動は $\pm 0.15 \mu\text{m}$ であった。また、「曲がり異常率」は 0 % で
- 10 あった。

(比較例 3)

保護管 2 1 が無い構成にて光ファイバの線引きを行った。炉心管延長部 1 6 の光ファイバ 3 の線引き方向における長さ L_2 は 50 mm とした。その他の実験条件は、実施例 1 と同じである。

- 15 線引きされた光ファイバの伝送損失 (波長 $1.55 \mu\text{m}$ の光に対する伝送損失) を測定したところ、 0.170 dB/km であり、この伝送損失の波長特性を測定したデータから求めたレイリー散乱率は、 $0.85 \text{ dB}\mu\text{m}^4/\text{km}$ であった。線引きされた光ファイバの外径を測定したところ、 $125 \pm 1 \mu\text{m}$ であり、光ファイバ径の変動は $\pm 1 \mu\text{m}$ であった。また、「曲がり異常率」は 30 % であった。

20 (比較例 4)

実施例 1 の実験条件のうち線引き速度に関する設定のみを変更して光ファイバの線引きを行った。線引き速度は、 100 m/分 に設定した。なお、緩衝室 4 1 に入る直前の光ファイバの温度 (入線温度) は、光ファイバの表面温度で 1300°C と推定され、保護管 2 1 に入る直前の光ファイバの温度 (入線温度) は、光

25 ファイバの表面温度で 1000°C と推定される。

線引きされた光ファイバの伝送損失 (波長 $1.55 \mu\text{m}$ の光に対する伝送損失)

を測定したところ、 0.175 dB/km であり、この伝送損失の波長特性を測定したデータから求めたレイリー散乱率は、 $0.87 \text{ dB}\mu\text{m}^4/\text{km}$ であった。線引きされた光ファイバの外径を測定したところ、 $125 \pm 0.15 \mu\text{m}$ であり、光ファイバ径の変動は $\pm 0.15 \mu\text{m}$ であった。また、「曲がり異常率」は0%であった。

5

以上のように、実施例1～実施例3においては、レイリー散乱率が $0.85 \text{ dB}\mu\text{m}^4/\text{km}$ 、波長 $1.55 \mu\text{m}$ の光に対する伝送損失が 0.170 dB/km となり、炉心管延長部16の長さを長くした比較例2のレイリー散乱率が $0.87 \text{ dB}\mu\text{m}^4/\text{km}$ 、波長 $1.55 \mu\text{m}$ の光に対する伝送損失が 0.175 dB/km と比べて、レイリー散乱率を低減して、伝送損失を低減することができた。

10

また、実施例1～実施例3においては、光ファイバ径の変動が $\pm 0.15 \mu\text{m}$ 、「曲がり異常率」が0%となり、緩衝室41, 141, 241を取り外して線引き炉11と保護管21との間に間隔L5を有した状態で線引きを行った比較例1の光ファイバ径の変動が $\pm 0.4 \mu\text{m}$ 、「曲がり異常率」が20%、及び、保護管21を取り外した比較例3の光ファイバ径の変動が $\pm 1 \mu\text{m}$ 、「曲がり異常率」が30%と比べて、光ファイバ径の変動の発生、及び、光ファイバの曲がりの悪化を抑制することができた。

15

また、比較例4においては、レイリー散乱率が $0.85 \text{ dB}\mu\text{m}^4/\text{km}$ 、波長 $1.55 \mu\text{m}$ の光に対する伝送損失が 0.175 dB/km となり、線引き速度を 400 m/分 とした実施例1よりも伝送損失が高くなっている。これは、比較例4では線引き速度が 100 m/分 と遅いため、光ファイバ3がHeガスにより炉心管延長部16を出るまでに急冷されたためと考える。

20

このように、上述した実験結果からも明らかなように、本実施形態に係る光ファイバの製造方法においては、保護管21を炉心管延長部16との間に所定の間隔を有して設け、更に、この保護管21と線引き炉11との間の間隔を、Heガ

25

ス及び空気が混在するガス混在層（緩衝室４１，１４１，２４１）としているため、線引き炉１１内においてはＨｅガスからなる雰囲気が保たれ、緩衝室４１，１４１，２４１内ではＨｅガスと空気が混在することになる。また、保護管２１内においては空気からなる雰囲気が保たれることになり、保護管２１内の光ファイバの冷却速度を遅くすることができる。特に、線引きされた光ファイバ３のガス混在層への入線温度を、１４００～１８００℃の範囲内の温度としているため、光ファイバ３の温度が１２００～１７００℃となっている部分のうちの所定区間での冷却速度が遅くなる。この結果、光ファイバ３の構造緩和が短時間の内に進行し、原子配列の乱雑さが低減されることになり、加熱線引きから樹脂被覆までの極めて短い間で、レイリー散乱強度を低減して伝送損失が低くされた光ファイバ３の製造が可能となる。なお、より一層レイリー散乱強度を低減して伝送損失が低くするためには、線引きされた光ファイバ３のガス混在層への入線温度を、１６００～１８００℃の範囲内に設定することが好ましい。

また、保護管２１と線引き炉１１との間にガス混在層が存在しているため、線引き炉１１内にて発生するダストの保護管２１内への侵入を抑制することができると共に、線引き炉１１と保護管２１との間における外気の流れの乱れの影響が受け難くなり、光ファイバ径の変動の発生、あるいは、光ファイバ３の曲がりの悪化も抑制することができる。

また、緩衝室４１，１４１，２４１は、隔壁４３，４６，１４２，２４３，２４６を有しているので、外気の流れの乱れの影響をより確実に抑え、光ファイバ径の変動の発生、あるいは、光ファイバ３の曲がりの悪化をより一層抑制することができる。

また、隔壁４３に形成された排出穴４４、隔壁４６に形成された排出管４７、保護管２１に形成された排出管２２、隔壁１４２に形成された排出管１４４、あるいは、隔壁２４３に形成された排出穴２４４等からＨｅガス及び線引き炉１１内にて発生するダストを外気に排出することにより、線引き炉１１内でのＨｅガ

スからなる雰囲気と保護管 2 1 内での空気からなる雰囲気とを効率的に且つ確実に切替えることができる。

5 また、緩衝室 1 4 1 を外気と区画するための隔壁 1 4 2 に、N₂ ガス供給部 1 5 1 から N₂ ガス供給通路 1 5 2 を介して送られる N₂ ガスを導入するための導入管 1 4 3 を形成し、この導入管 1 4 3 から緩衝室 1 4 1 内に N₂ ガスを導入することにより、隔壁 1 4 2 に形成された排出管 1 4 4 から線引き炉 1 1 内から流れてくる He ガス及び線引き炉 1 1 内にて発生するダストが積極的に排出されることになり、線引き炉 1 1 内にて発生するダストの保護管 2 1 への侵入を更に抑制することができる。

10 また、第 2 緩衝室 2 4 5 を外気と区画するための隔壁 2 4 6 に、ガス供給部 2 6 1 からガス供給通路 2 6 2 を介して送られる空気あるいは N₂ ガスを導入するための導入管 2 4 7 を形成し、この導入管 2 4 7 から第 2 緩衝室 2 4 5 内に空気あるいは N₂ ガスを導入することにより、線引き炉 1 1 内にて発生するダストの保護管 2 1 への侵入を更に抑制することができる。

15 なお、第 1 実施形態及び第 3 実施形態においては、線引き装置 1 における緩衝室 4 1, 2 4 1 を第 1 緩衝室 4 2, 2 4 2 及び第 2 緩衝室 4 5, 2 4 5 にて構成しているが、これに限られることなく、3 室以上の緩衝室を設けるように構成してもよい。

20 また、第 1 実施形態～第 3 実施形態において、炉心管延長部 1 6 と保護管 2 1 との間にガス混在層がある限り、緩衝室 4 1, 1 4 1, 2 4 1 自体を、必ずしも設ける必要はない。この場合には、線引き炉 1 1 (炉心管延長部 1 6) と保護管 2 1 とを近接して設ける、たとえば線引き炉 1 1 (炉心管延長部 1 6) と保護管 2 1 との間隔 L 1 を 1 0 mm 程度とすることにより、線引き炉 1 1 と保護管 2 1 との間の空間が、線引き炉 1 1 (炉心管 1 3) 内の雰囲気ガスとなる He ガス及び保護管 2 1 内の雰囲気ガスとなる所定のガス (空気又は N₂ ガス等) が混在し
25 たガス混在層とされて、実質的に外気から区画された状態となり、緩衝室 4 1,

141, 241を設けた場合と同様の作用効果を奏することになる。但し、緩衝室41, 141, 241内の圧力を外気圧よりも高くして、外気の流れの乱れを受け難くすることを確実に行うことができるという点で、緩衝室41, 141, 241を設けた構成を採用する方が好ましい。

- 5 また、本発明は、上述した実施例において用いた、コア部が純石英ガラスからなり、クラッド部がフッ素添加ガラスからなる光ファイバ母材以外に、たとえばコア部にGeが添加されたGe添加光ファイバ母材の線引きに対しても適用することができる。

産業上の利用可能性

- 10 本発明の光ファイバの製造装置及び製造方法は、光ファイバを光ファイバ母材から線引きする線引き装置等に利用できる。

請求の範囲

1. 光ファイバ母材を加熱線引きする光ファイバの製造方法であって、
Heガスからなる雰囲気にて前記光ファイバ母材を加熱線引きする線引き炉と、
前記線引き炉との間に所定の間隙を有して設けられると共に、その内部が前記He
5 eガスより低い熱伝導率を有する所定のガスからなる雰囲気とされた保護管と、
を用い、

前記線引き炉と前記保護管との間の前記間隙を、前記Heガス及び前記所定の
ガスが混在するガス混在層とし、

- 10 前記ガス混在層への前記線引きされた光ファイバの入線温度を1400～18
00℃の範囲内の温度とする一方、前記線引き炉にて前記線引きされた光ファイ
バを、前記ガス混在層を介して前記保護管内に送ることを特徴とする光ファイバ
の製造方法。

2. 前記ガス混在層を外気と区画するための隔壁を設け、
前記隔壁に、少なくとも前記Heガスを排出するためのガス排出部を形成し、
15 前記ガス排出部から少なくとも前記Heガスを外気に排出することを特徴とす
る請求の範囲第1項に記載の光ファイバの製造方法。

3. 前記隔壁に、前記所定のガスを導入するためのガス導入部を形成し、
前記ガス導入部から前記所定のガスを前記隔壁内に導入することを特徴とする
請求の範囲第2項に記載の光ファイバの製造方法。

図1

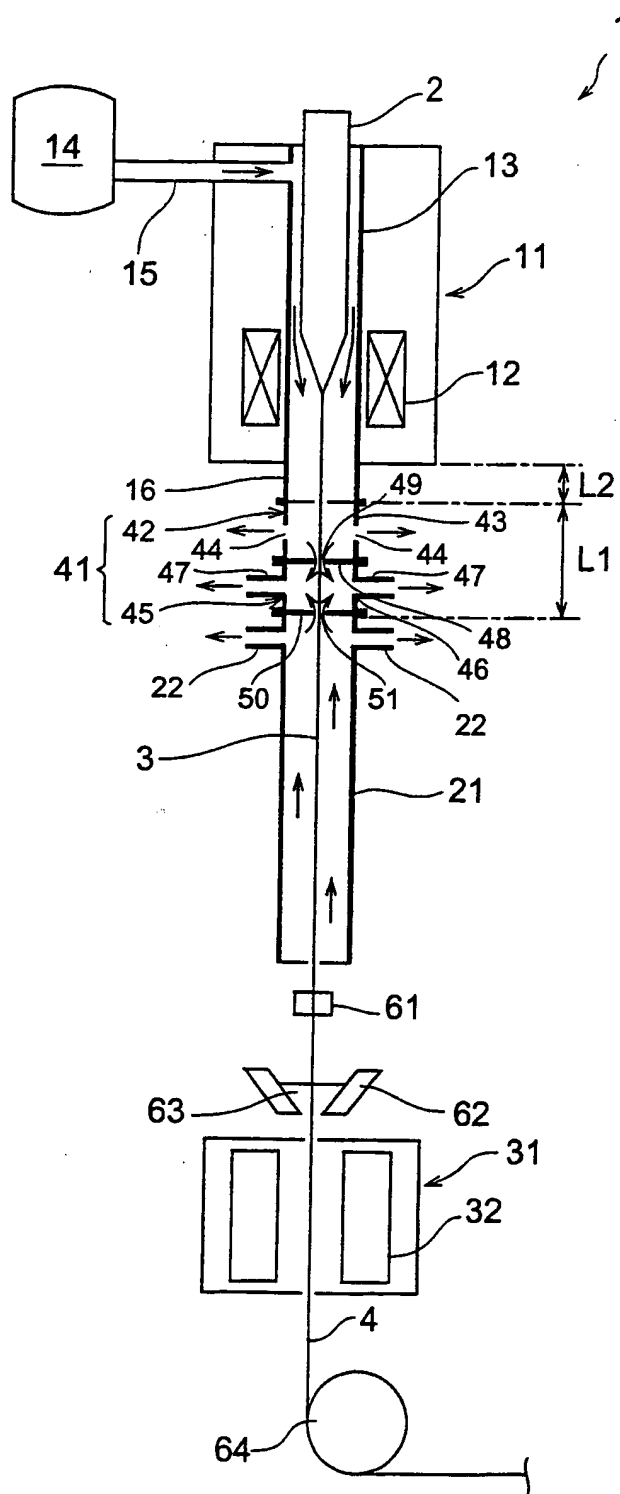


図2

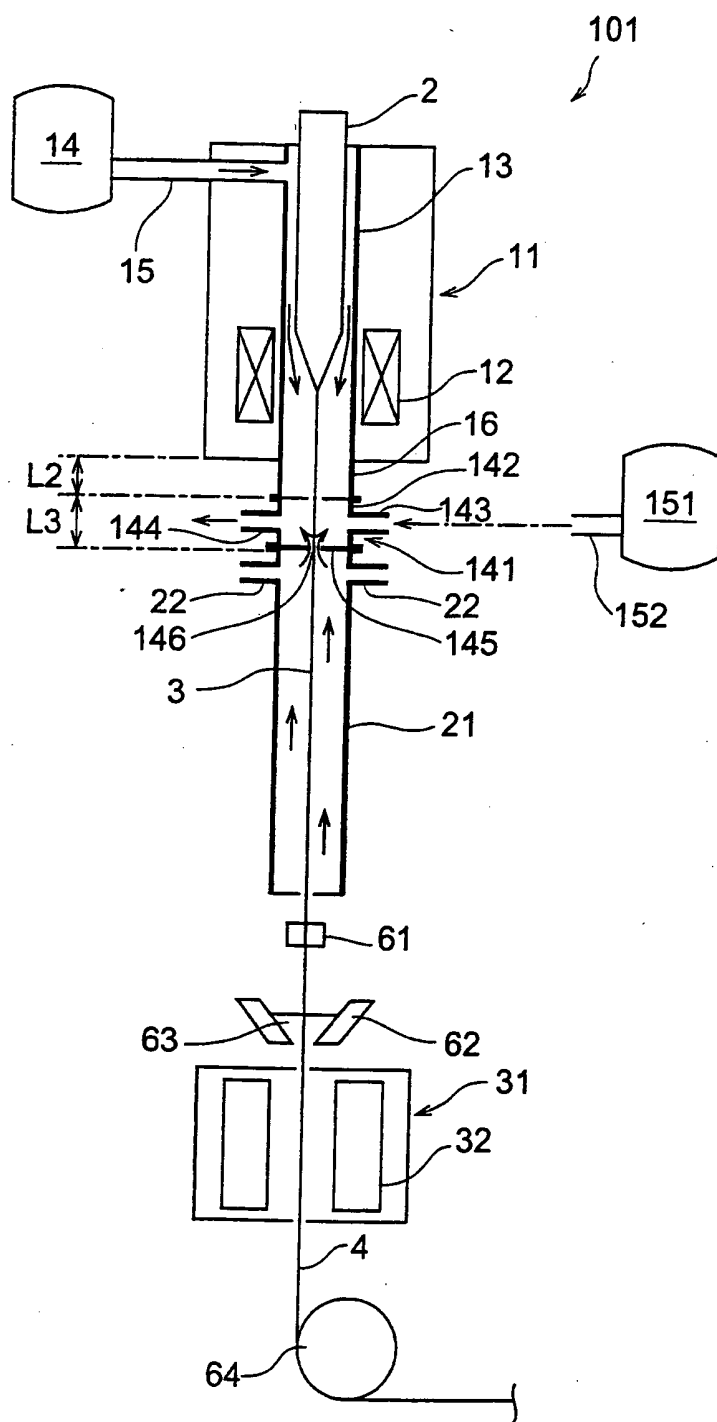


図3

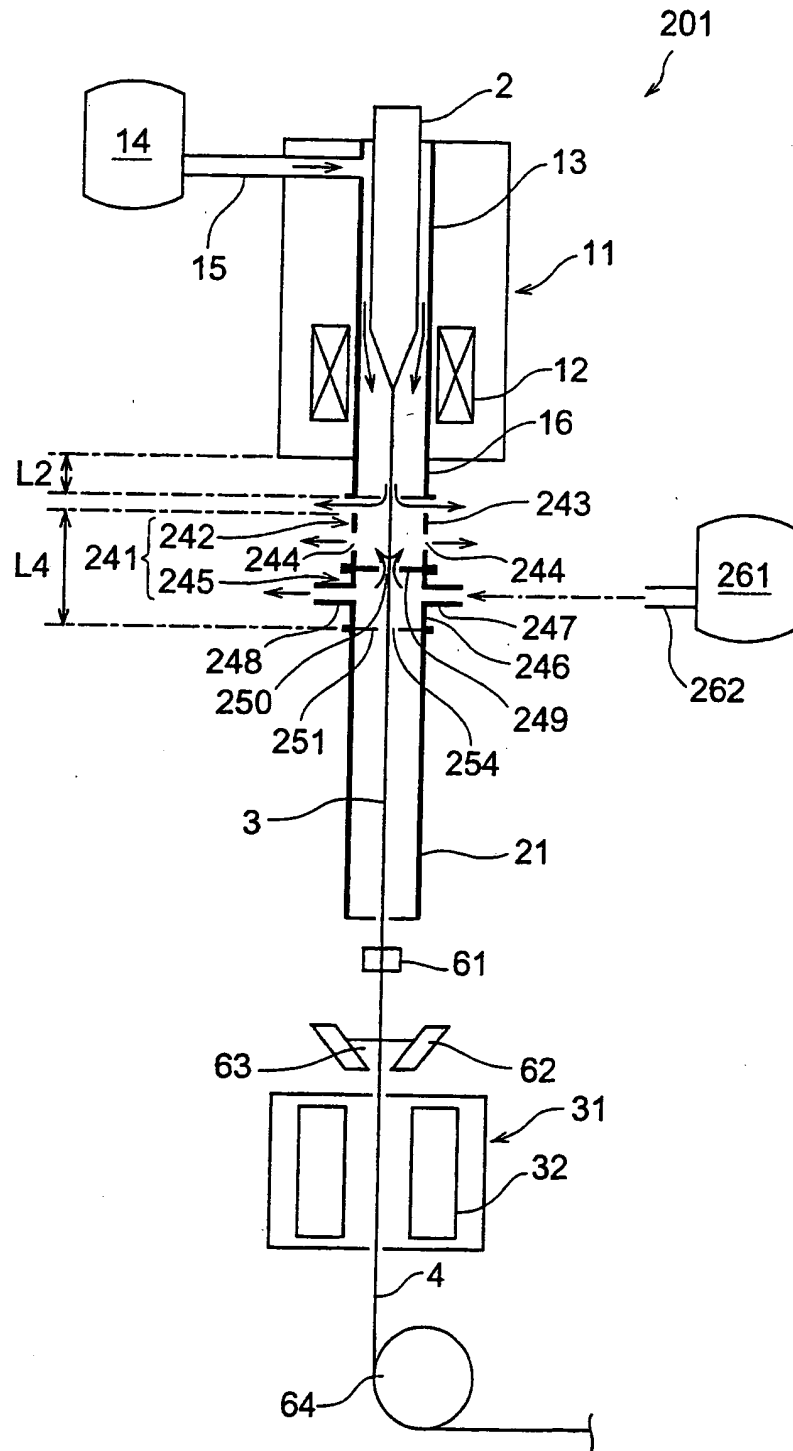


図4

	線引き速度 (m/分)	緩衝室への 入線温度 (°C)	光ファイバ径の変動 (μm)	曲り異常率 (%)	伝送損失 (dB/km)	レーザ散乱係数 (dB $\mu\text{m}^4/\text{km}$)
実施例1	400	1800	± 0.15	0	0.170	0.85
実施例2	400	1800	± 0.15	0	0.170	0.85
実施例3	400	1800	± 0.15	0	0.170	0.85
比較例1	400	—	± 0.4	20	0.172	0.86
比較例2	400	—	± 0.15	0	0.175	0.87
比較例3	400	—	± 0.1	30	0.170	0.85
比較例4	100	1300	± 0.15	0	0.175	0.87

図5

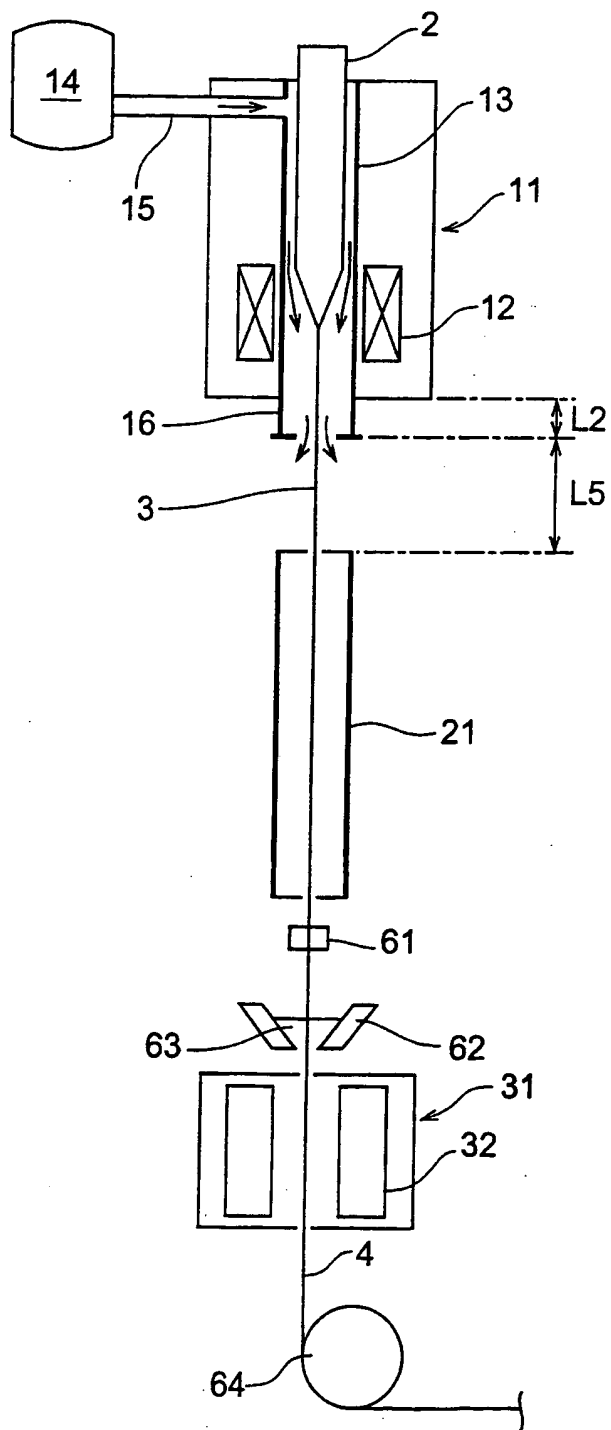


図6

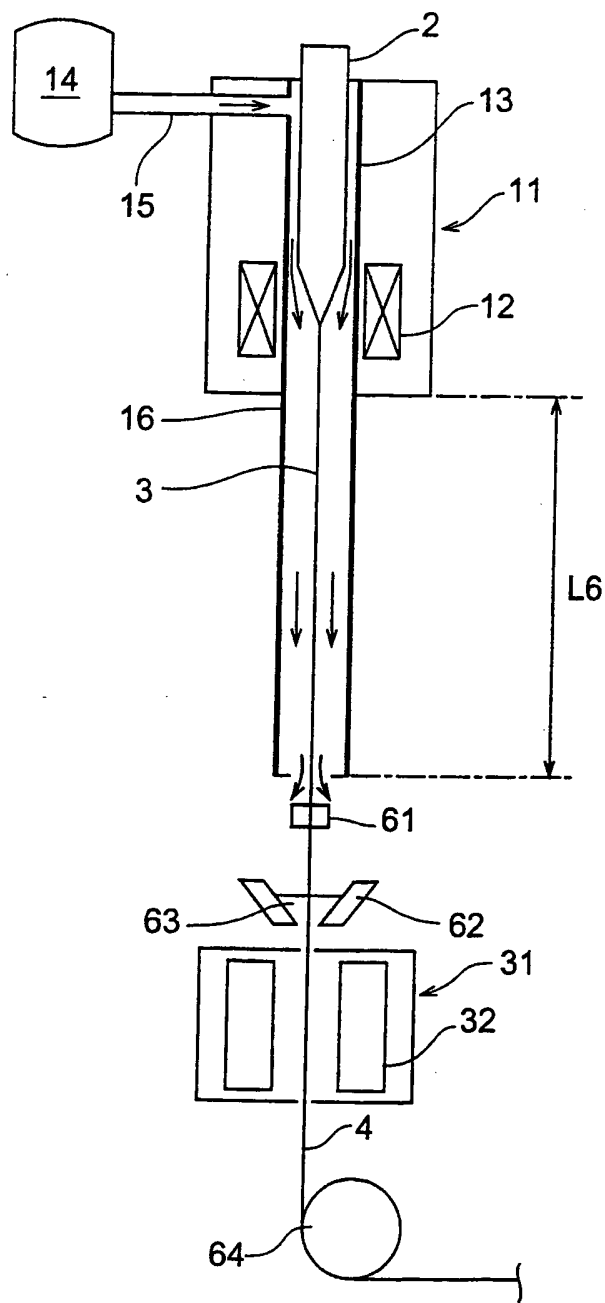
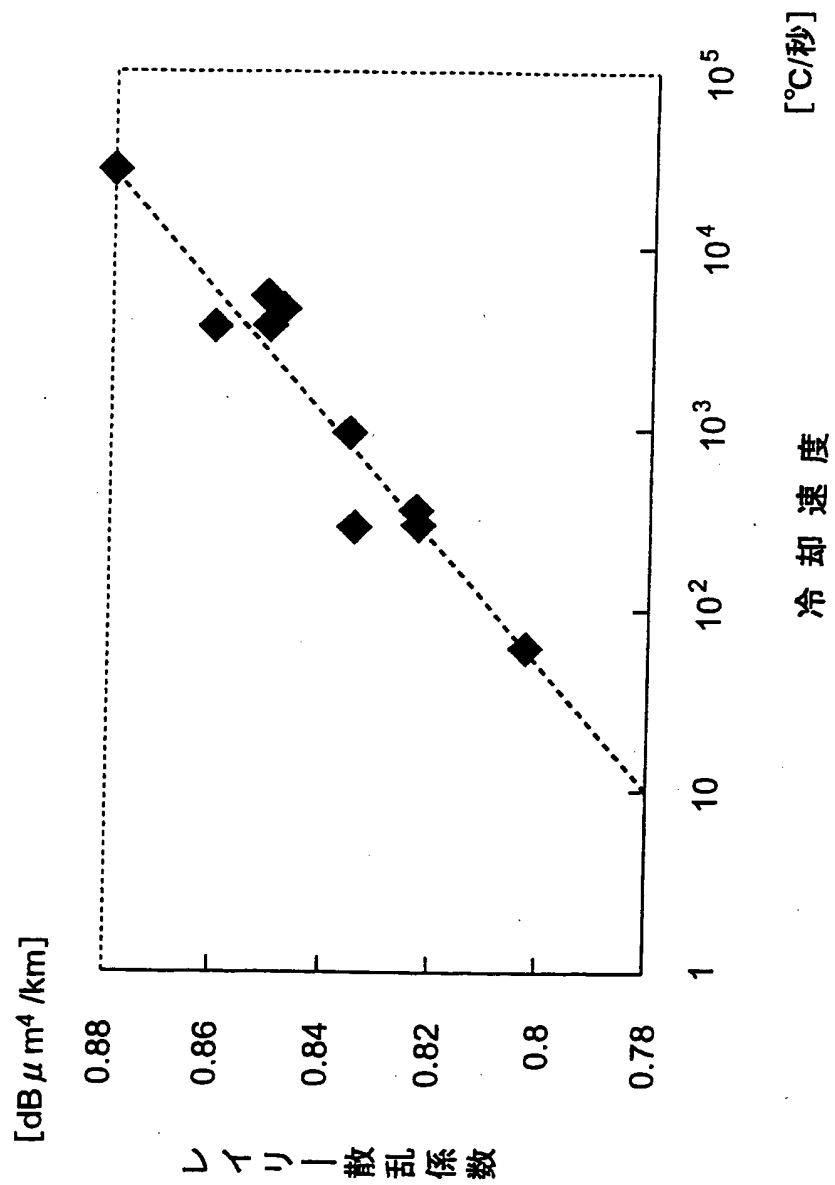


図7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07053

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C03B37/027, G02B6/00, 356

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C03B37/027, G02B6/00, 356

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000
Kokai Jitsyo Shinan Koho	1971-2000	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI/L(Rayleigh), ECLA(C03B37/027B,C03B37/029)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 11-116264, A (Hitachi Cable, Ltd.), 27 April, 1999 (27.04.99), Par. Nos. [0014] - [0020]; drawings (Family: none)	1-3
A	JP, 1-275443, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 06 November, 1989 (06.11.89), Claims, page 4, upper right column; drawings (Family: none)	1-3
A	US, 5320658, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 14 June, 1994 (14.06.94), Claims, page 4, column 3, lines 49-53; column 4, lines 6-8; drawings & JP, 4-056931, A, Claims; page 3, upper right column; page 3, lower left column; drawings & EP, 464613, A1	1-3
A	JP, 6-271330, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 27 September, 1994 (27.09.94), Par. Nos. [0009], [0014]; drawings (Family: none)	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
21 December, 2000 (21.12.00)

Date of mailing of the international search report
16 January, 2001 (16.01.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07053

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 60-046954, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 14 March, 1985 (14.03.85), Claims; page 2, lower left column; drawings (Family: none)	1-3
A	JP, 62-246837, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 28 October, 1987 (28.10.87), Claims; page 3, upper right column; page 3, lower left column; drawings (Family: none)	1-3
A	JP, 5-105472, A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 24 April, 1993 (24.04.93), Par. Nos. [0017], [0021]; drawings (Family: none)	1-3
EX	JP, 2000-335935, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 05 December, 2000 (05.12.00), Claims; drawings (Family: none)	1-3
EX	JP, 2000-335934, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 05 December, 2000 (05.12.00), Claims; drawings (Family: none)	1-3
EX	JP, 2000-335933, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 05 December, 2000 (05.12.00), Claims; drawings (Family: none)	1-3
EY	JP, 2000-128566, A (Hitachi Cable, Ltd.), 09 May, 2000 (09.05.00), Claims; Par. No. [0017]; drawings (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ C03B37/027, G02B6/00, 356

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ C03B37/027, G02B6/00, 356

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI/L(Rayleigh), ECLA(C03B37/027B, C03B37/029)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 11-116264, A (日立電線株式会社) 27. 4月. 1999 (27. 04. 99)、【0014】～【0020】及び 図面 (ファミリーなし)	1-3
A	JP, 1-275443, A (住友電気工業株式会社) 6. 11 月. 1989 (06. 11. 89)、特許請求の範囲、第4頁右上 欄及び図面 (ファミリーなし)	1-3
A	US, 5320658, A (Sumitomo Electric Industries Ltd.) 14. 6月. 1994 (14. 06. 94)、特許請求の範囲、第	1-3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 12. 00

国際調査報告の発送日

16.01.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

近野 光知

4T

9260

電話番号 03-3581-1101 内線 3465

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	3欄49～53行、第4欄6～8行及び図面 & JP, 4-056931, A、特許請求の範囲、第3頁右上欄、同左下欄及び図面 & EP, 464613, A1	
A	JP, 6-271330, A (住友電気工業株式会社) 27. 9月. 1994 (27. 09. 94)、【0009】【0014】及び図面 (ファミリーなし)	1-3
A	JP, 60-046954, A (日本電信電話公社) 14. 3月. 1985 (14. 03. 85)、特許請求の範囲、第2頁左下欄及び図面 (ファミリーなし)	1-3
A	JP, 62-246837, A (住友電気工業株式会社) 28. 10月. 1987 (28. 10. 87)、特許請求の範囲、第3頁右上欄、同左下欄及び図面 (ファミリーなし)	1-3
A	JP, 5-105472, A (古河電気工業株式会社) 24. 4月. 1993 (24. 04. 93)、【0017】～【0021】及び図面 (ファミリーなし)	1-3
EX	JP, 2000-335935, A (住友電気工業株式会社) 5. 12月. 2000 (05. 12. 00)、特許請求の範囲及び図面 (ファミリーなし)	1-3
EX	JP, 2000-335934, A (住友電気工業株式会社) 5. 12月. 2000 (05. 12. 00)、特許請求の範囲及び図面 (ファミリーなし)	1-3
EX	JP, 2000-335933, A (住友電気工業株式会社) 5. 12月. 2000 (05. 12. 00)、特許請求の範囲及び図面 (ファミリーなし)	1-3
EY	JP, 2000-128566, A (日立電線株式会社) 9. 5月. 2000 (09. 05. 00)、特許請求の範囲、【0017】及び図面 (ファミリーなし)	1-3